



## Gallinas Sex Link Negro y Rhode Island Red con acceso a pastoreo: productividad y comportamiento<sup>1</sup>

### Sex Link Black and Rhode Island Red hens with access to grazing: Productivity and behavior

Ana Cruz-Bermúdez<sup>2</sup>, Rodolfo WingChing-Jones<sup>3</sup>, Rebeca Zamora-Sanabria<sup>3</sup>

- <sup>1</sup> Recepción: 25 de junio, 2020. Aceptación: 10 de noviembre, 2020. Este trabajo formó parte del trabajo de licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia de la primera autora, financiada por la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- <sup>2</sup> Universidad de Costa Rica, Costa Rica, Escuela de Zootecnia, San José, Costa Rica. ancruzber@hotmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-1940-0819>).
- <sup>3</sup> Universidad de Costa Rica, Escuela de Zootecnia, Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA), San José, Costa Rica. rodolfo.wingching@ucr.ac.cr (autor para la correspondencia, <https://orcid.org/0000-0002-8009-2210>), rebeca.zamora@ucr.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0002-9679-4647>).

## Resumen

**Introducción.** Conocer los indicadores productivos y de comportamiento de las aves permite optimizar el sistema en pastoreo. **Objetivo.** Describir rendimientos, manejo de las pasturas y comportamiento de gallinas Rhode Island Red (RIR) y Sex Link Negro (SLN) en un sistema de alojamiento en piso con acceso a pastoreo. **Materiales y métodos.** La investigación se realizó en Turrialba, Cartago, entre octubre 2016 y enero 2018, con 210 gallinas SLN y 180 RIR con una edad de 13 a 80 semanas. Se obtuvo el peso corporal, porcentaje de uniformidad, mortalidad, descarte y producción semanal, huevos por ave alojada, conversión alimenticia, consumo de alimento, comportamiento natural, peso y masa del huevo. Se describió el manejo de la pastura, disponibilidad de forraje, relación hoja/tallo y el comportamiento de las aves en los parques (apartos). **Resultados.** Se observaron menores rendimientos productivos de SLN y RIR al compararse con la línea genética Isa Brown, solamente el peso de huevo fue mayor para las gallinas RIR. Se observó desperdicio de alimento en ambos grupos de aves, la principal causa de muerte fue descarte de aves subordinadas, picaje y canibalismo. Los comportamientos observados fueron rascar, picotear y baños de arena. Al entrar las aves SLN y RIR en los parques, se registraron producciones de forraje de 5033 y 3460 kg MF ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Se obtuvo una relación hoja/tallo >1, lo que reflejó una mayor preferencia de las gallinas por las hojas al pastorear. **Conclusión.** En el sistema de alojamiento en piso con acceso a pastoreo, las aves evaluadas presentaron bajos rendimientos productivos, estrés por calor, pérdida de plumas por picaje, canibalismo y desperdicio de alimento. El sistema de producción con acceso a pastoreo en las condiciones estudiadas no fue adecuado para las gallinas empleadas.

**Palabras clave:** picaje en gallinas, rendimiento productivo, conversión alimenticia, producción de huevo, manejo de pasturas.



## Abstract

**Introduction.** Learning about the productive and behavior indicators of poultry allows optimizing the pasture access system. **Objective.** Describe performance, pasture management, and behavior of Rhode Island Red (RIR) and Sex Link Black (SLB) hens in a lodging system on a floor with pasture access. **Materials and methods.** The research took place in Turrialba, in the province of Cartago, between October 2016 and January 2018, with 210 SLB and 180 RIR hens, aged from 13 to 80 weeks. Body weight, uniformity, mortality, discard, and weekly production percentage, hen housed egg production, feed conversion, feed intake, natural behavior, egg weight and egg mass, were obtained. Pasture management in pasture areas, forage availability, leaf/stem ratio, and the behavior of the poultry in the parks were described. **Results.** Lower production performance of the SLB and RIR were observed when compared to the Isa Brown genetic line, only the weight of the egg was higher for the RIR hens. Food waste was observed in both groups of birds, the main cause of death was the discard of subordinate birds, pecking, and cannibalism. The most commonly observed behaviors were scratching, pecking, and sand baths. When SLB and RIR poultry entered the parks, fodder production of 5033 and 3460 kg MF GM ha<sup>-1</sup> was recorded, respectively. A leaf/stem ratio of >1 was obtained, which reflected a higher preference of the hens for the leaves when grazing. **Conclusion.** In the flat housing system with access to grazing, the assessed birds displayed low production performance, stress from the heat, loss of feathers due to pecking, cannibalism, and food waste. The production system with access to pasture under the conditions studied was not optimal for the hens used.

**Keywords:** hens pecking, productive performance, feed conversion, egg productions, pasture management.

## Introducción

Al elegir una raza o línea genética para un lugar o sistema de producción de gallinas de postura, es preciso tener en cuenta su comportamiento, resistencia a enfermedades, índice de crecimiento y productividad. La raza o línea genética del ave tiene gran influencia sobre la producción de huevos (Schulman et al., 1994), su calidad (Bell & Weaver, 2002) y la capacidad para adaptarse a los diferentes sistemas de alojamiento o estabulación (Food and Agriculture Organization & Consumer Protection Department, 2013).

En los últimos ochenta años, la genética, el manejo, la productividad y el alojamiento de las gallinas ponedoras han cambiado. En el pasado, se utilizó una diversidad de razas puras o variedades (Bell & Weaver, 2002) para producir huevos y otras de doble propósito (producción de carne y huevos). Las razas utilizadas fueron Rhode Island Red, Australorp, Sussex, Plymouth Rock y Leghorn Blanca (Leenstra et al., 2016), que se alojaban en sistemas pequeños de producción en piso y con acceso a pastoreo. Hace 65 años (1955) se dio una transformación rápida de las razas hacia animales híbridos o líneas genéticas derivados de los cruces de Rhode Island y Leghorn blanca (Bell & Weaver, 2002).

Los sistemas de alojamiento también cambiaron hacia el uso de jaulas convencionales en batería, donde se alojan varias aves en espacios reducidos con comederos y bebederos automáticos. Los programas de selección genética se enfocaron en mejorar la producción de huevos, el peso corporal, el color, el tamaño, la uniformidad del huevo, la calidad de la cáscara, la eficiencia alimenticia y en procurar ciclos productivos largos. Se obtuvieron animales híbridos productivos, pero poco resistentes a enfermedades (Thiruvankadan et al., 2010). En la actualidad, la mayoría de las líneas genéticas se encuentran en manos de compañías en Estados Unidos, los Países Bajos, Alemania y Francia (Leenstra et al., 2016).

A inicios de los años ochenta aparecieron otras alternativas de alojamiento con el objetivo de mejorar el bienestar y la productividad de los animales. Surgió el uso de sistemas alternativos de producción como los

aviarios, las jaulas enriquecidas y el retorno a los antiguos sistemas en piso con acceso a pastoreo, pero con incremento en la cantidad de aves, con el objetivo de solucionar problemas asociados a la intensidad de los sistemas de producción en jaulas convencionales como el estrés social, la incomodidad térmica, las condiciones de humedad y la imposibilidad de mostrar comportamientos naturales (Rodenburg et al., 2005).

La presión de los consumidores por conocer las condiciones de bienestar animal en los sistemas donde se producen la carne y los huevos, ha provocado el resurgimiento de los sistemas con acceso a pastoreo. El acceso al exterior en los sistemas de producción de huevo provee un ambiente con mayores estímulos y menor densidad de animales en las instalaciones durante el día, lo que contribuye al bienestar de los animales (de-Koning et al., 2019). Una de las desventajas de los sistemas de pastoreo es el contacto de las aves con el material de la cama y el suelo, lo cual incrementa el riesgo de enfermedades, de tipo parasitarias y bacterianas, como la salmonelosis y la clostridiosis (Hayat et al., 2014; Hegelund et al., 2006; Weeks et al., 2016). Otro punto a considerar, es el consumo de pasto por parte del ave, donde las técnicas de análisis de los contenidos en el buche o por cambios en la cobertura de la vegetación, presentan alta probabilidad de error (Sedlačková et al., 2004). Estudios que describen el análisis en los contenidos en el buche y la molleja de aves en sistemas con acceso a pastoreo, registran consumos de pasto de porte bajo de 2 a 5 g de la materia seca (Lorenz et al., 2013). Esto equivale a 20-25 % del consumo diario de las gallinas ponedoras; sin embargo, es difícil asumir que estos porcentajes aporten suficientes nutrientes ya que el sistema digestivo de las aves no permite el aprovechamiento de los componentes fibrosos del forraje y podría generar un problema de llenado, con un bajo aporte de nutrientes.

El éxito de los sistemas con acceso a pastoreo depende de animales rústicos, resistentes a enfermedades, de la alimentación y las condiciones ambientales que se les suministre a las aves (Miao et al., 2005), debido a que en presencia de estrés, se reducen el aprovechamiento y el metabolismo de nutrientes, como aminoácidos, vitaminas y ácidos grasos (Lara & Rostagno, 2013). Por lo que las relaciones entre nutrimentos permite optimizar el bienestar de las aves, ya que bajos niveles de energía, se asocian a mayores porcentajes de inclusión de aminoácidos azufrados (metionina, cisteína) y triptófano, así como mayor inclusión de fibra insoluble en los alimentos balanceados suministrados, interacción que ayuda a que las aves disminuyan el comportamiento de picaje (Ambrosen & Petersen, 1997).

El animal ideal para los sistemas de pastoreo debe mostrar un peso corporal cercano a los 2 kg al inicio de la postura y una producción de huevos por ave alojada superior a 220 (Miao et al., 2005). Aún se requiere trabajo de selección en gallinas para los sistemas de pastoreo, las aves deben mostrar mejores conversiones alimenticias, plumaje fuerte y menor susceptibilidad a enfermedades y al estrés, para evitar el picaje y el canibalismo (Sosnowka-Czajka et al., 2010).

Los animales híbridos de las líneas genéticas Isa Brown y Hy-line Brown son los más utilizados en la producción de huevos en Costa Rica, tanto en sistemas intensivos en jaula como en sistemas de pastoreo (Industria Avícola, 2020), ya que presentan alta productividad, mayor calidad y resistencia del huevo, cáscara de color café y menor consumo de alimento balanceado que las razas puras (Bell & Weaver, 2002). Las líneas genéticas de huevo café de las tres principales empresas de genética en el mundo, LohmannTierzucht (LTZ), Hy-Line y Hendrix Genetics, son utilizadas en diferentes sistemas de producción de huevo, ya que poseen temperamento calmado, buena sobrevivencia y viabilidad (Hy-line, 2020). Sin embargo, son susceptibles a los errores de manejo, al estrés ambiental, a las deficiencias nutricionales y a enfermedades (Hayat et al., 2014).

La raza pura Rhode Island Red de cresta simple (RIR) se estableció en Estados Unidos y es utilizada en los programas de selección genética para el mejoramiento de híbridos o líneas genéticas que producen huevo rojo. Presenta un cuerpo compacto en forma de bloque alargado, piel amarilla y plumaje rojo con algunas plumas negras en la cola, cuello y alas (Bell & Weaver, 2002).

La raza Plymouth Rock Barrada también ha sido utilizada en los programas de cruzamiento para la obtención de las líneas genéticas de huevo rojo, se originó a finales de 1950 a partir de Harco Stock, una raza conocida en

Massachusetts, Estados Unidos (Silversides et al., 2007). Presenta plumas con barras negras y blancas en forma transversal que le da una apariencia gris general al ave, tiene cresta simple, piel y patas amarillas (Bell & Weaver, 2002). Ambas razas son conocidas por su rusticidad y desempeño productivo en niveles sub-óptimos de nutrición (Silversides et al., 2007), y por su uso como ave de doble propósito (huevos y carne). Se ha mencionado que se adaptan mejor que los híbridos a las condiciones de pastoreo (Miao et al., 2005). Estas gallinas son reconocidas por la American Poultry Association (APA), como líneas puras o razas provenientes de la “largefowl” o gallina salvaje (Silversides et al., 2007).

Las gallinas Plymouth Rock Barrada (Línea 60) y Rhode Island Red (Línea 50) son razas utilizadas para obtener el cruce F1 denominado Sex Link Negro (SLN), cruce realizado y popularizado en la Universidad de Guelph y custodiado en el Centro de Investigación Agassiz en Canadá (Silversides et al., 2007). En Costa Rica, al momento de la investigación, existía un programa de cruzamiento y reproducción de estas aves en un convenio de colaboración entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la Universidad de Costa Rica (UCR). Las aves SLN se obtienen del cruce entre una hembra Plymouth Rock Barrada y un macho RIR. Esta gallina presenta la posibilidad de sexado por plumaje, ya que poseen el gen K del emplume lento, o por color, donde el 50 % de los pollitos originados del cruce, son hembras negras y la otra mitad, gallos barrados. En el caso de los machos, estos se diferencian por tener un plumón blanco en la cabeza, mientras que las hembras son negras (Silversides et al., 2007).

La información productiva de las gallinas RIR y SLN no está disponible en la avicultura industrial. Sin embargo, existen casas genéticas que las utilizan para sistemas alternativos de producción de huevo en Europa y Estados Unidos, debido al interés en especies rústicas, que se adapten bien a estos sistemas y que presenten buenos indicadores económicos, similares a las líneas genéticas modernas convencionales. En la actualidad, Bábolna TETRA Ltd (Bábolna TETRA, 2020), Dominant CZ (2020) y Hendrix Genetics Corporate-Laying Hen Breeding (2020) son tres de las casas genéticas que comercializan el cruce SLN, con nombres como Harco o Dominat Negro D109. La información productiva y de comportamiento de las aves RIR y SLN es escasa. Poca información sobre la producción de huevos, el comportamiento y el manejo de las pasturas en alojamientos con acceso a pastoreo está disponible para las condiciones ambientales y productivas de Costa Rica.

El objetivo de este trabajo fue describir los rendimientos, el manejo de las pasturas y comportamiento de gallinas Rhode Island Red (RIR) y Sex Link Negro (SLN) en un sistema de alojamiento en piso con acceso a pastoreo.

## Materiales y métodos

### Localización

Este trabajo de investigación se realizó en la granja del módulo aviar de la Sede del Atlántico de la Universidad de Costa Rica, durante los meses de octubre 2016 a enero 2018. La granja contó con dos lotes de gallinas ponedoras, uno de la raza Rhode Island Red (RIR) con 180 aves y otro del cruce Sex Link Negro (SLN) con 210 aves, con pesos promedios de 1410 y 1510 g por ave, respectivamente. Ambos lotes de aves provenían del Programa Avícola de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica, ubicada en la provincia de Alajuela, lugar donde se realizó el periodo de cría hasta las trece semanas de edad, momento en el cual se trasladaron a Turrialba, provincia de Cartago, a una altura de 640 msnm (9°54'13,05"N – 83°40'09,02"O) (Google Earth Pro 2020). El cantón de Turrialba se caracteriza por poseer un clima lluvioso, con bosque muy húmedo subtropical de media altura siempre verde, de dos o tres estratos (Quesada, 2007).

## Instalaciones y manejo

La galera con alojamiento en piso se ubicó en la parte central de un terreno de 800 m<sup>2</sup>, rodeada de las áreas de pastoreo (parques). El área de la galera fue de 73,2 m<sup>2</sup>, con paredes de concreto de 60 cm de altura y con malla tipo ciclón de 6". La galera se dividió a la mitad con cedazo tipo gallinero de plástico de 1,5" para separar los dos lotes.

Las densidades en la galera fueron de seis y cinco aves m<sup>-2</sup> para las SLN y RIR, respectivamente. El techo no contó con aislante térmico, ventiladores ni extractores de aire. Cada grupo de aves tuvo dos aberturas independientes para la entrada y salida hacia las áreas de pastoreo. El espacio total (galera+parque) para cada ave fue de 1,5 y 1,3 m<sup>2</sup> para SLN y RIR, respectivamente. Se utilizaron bebederos automáticos tipo campana (52 y 45 aves por bebedero, respectivamente), comederos manuales de tolva (35 y 30 aves por comedero, respectivamente), nidos de material reciclado (8 y 6 aves nido<sup>-1</sup> respectivamente) y perchas (9 y 11 cm por ave, respectivamente). El material de la cama fue una mezcla de viruta de madera y aserrín. La temperatura (T<sup>a</sup>) y la humedad (HR) ambiental dentro de las instalaciones se registraron de forma diaria, con lecturas cada hora, con un termómetro e higrómetro tipo Data Logger EI-HS-D-32-LILOG (Escort®), ubicado en el centro de las instalaciones, a la altura de las aves, a partir del mes de junio del año 2017 hasta enero del 2018. La recolección del huevo se realizó dos veces al día, en recipientes de plástico y se separó el huevo limpio del sucio. El material de cama de los nidos fue heno y su cambio se realizó cada semana.

La galera contó con seis bombillos led (diodo emisor de luz) de luz blanca de 20 watts, tres para cada lote, colocados a una altura de 115-120 cm del suelo. Las luces se encendieron por medio de un controlador automático programado de 3:00 a 6:00 am, para un total de 15 h diarias de luz. El estímulo de luz se inició a las veintiséis semanas de edad basado en el peso corporal en esa semana (2 kg ave<sup>-1</sup>), en la uniformidad sexual (evaluación del tamaño de la cresta superior al 80 % de cada lote) y en la producción de huevos.

## Parques o áreas de pastoreo

Cada lote o grupo contó con tres áreas de pastoreo de 70 m<sup>2</sup>, con siete días de ocupación y 14 de descanso. La densidad en los parques fue de 3 aves m<sup>-2</sup> para las SLN y 2,6 aves m<sup>-2</sup> para las RIR. Las áreas de pastoreo se delimitaron y separaron unas de otras con cedazo plástico de 1,5" de ancho y 180 cm de altura, sujetado a tablillas de madera y troncos de bambú con gomas plásticas. La flexibilidad de estos materiales facilitó el manejo de las aves al momento de direccionarlas a cada parque. La pastura presente fue estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*), la cual se uniformizó a una altura de 5 cm cada vez que las aves cambiaban de parque. Las gallinas tuvieron acceso a los parques hasta las 32 semanas de edad con la intención de que aprendieran a usar los nidos y evitar la postura en el piso o en el área de pastoreo. Se les permitió acceso a las zonas de pastoreo entre cuatro y seis horas al día. Las aberturas o puertas se dejaron siempre abiertas durante el tiempo de pastoreo, para que la gallina tuviera libertad de entrar, salir, consumir alimento y beber agua a libertad.

## Alimentación de las aves

Se les ofreció un alimento balanceado comercial para gallina ponedora con 18 % de proteína cruda y 2850 kcal kg<sup>-1</sup> de energía metabolizable a partir del momento que alcanzaron el 5 % de producción de huevo. El alimento se sirvió dos veces al día, 40 % de la ingesta diaria en la mañana y el 60 % restante en la tarde. La cantidad de alimento se ofreció de acuerdo con las diferentes necesidades de las aves, con la ganancia de peso semanal, la producción de huevos y registrando el rechazo o sobrante presente en los comederos. La dieta se suplementó a partir de la semana 45 de edad y hasta el final del ciclo productivo con carbonato de calcio grueso a libertad en comederos separados y con una premezcla mineral (Zn, Mn y Fe: 16 000 mg kg<sup>-1</sup>, Se: 60 mg kg<sup>-1</sup>, Cr: 240 mg kg<sup>-1</sup>, vitamina C:120 000

mg kg<sup>-1</sup> y 4 % Ca) sobre el alimento, a razón de 3 kg t<sup>-1</sup>, una vez al día, para contrarrestar el estrés calórico de las aves y mejorar la calidad de la cáscara del huevo.

### Rendimientos productivos

Para obtener los diferentes indicadores de producción, se registraron los rendimientos productivos de las aves por lote y por semana. Los indicadores evaluados fueron el peso corporal, el porcentaje uniformidad del peso, el consumo de alimento, el desperdicio de alimento, la producción diaria y semanal, masa de huevo, el peso de huevo, conversión alimenticia hasta la semana setenta, mientras que el indicador de huevos por ave alojada, porcentaje de mortalidad, producción y aves descartadas se registró hasta la semana ochenta de edad de las aves. Para obtener el peso de las aves, se realizó el pesaje individual una vez por semana, a partir de la semana veinte hasta la setenta, con una balanza digital con capacidad de 45 kg y una precisión de 0,4 % de la carga aplicada. Se tomó una muestra aleatoria equivalente al 30 % de las aves de cada lote. Con este indicador se obtuvo la curva de peso de las aves y el porcentaje de uniformidad de la parvada en cada lote (ecuación 1).

$$\text{Uniformidad (\%)} = \frac{\text{Aves pesadas} - (\text{aves} \pm 10\% \text{ peso promedio})}{\text{aves pesadas}} * 100 \quad (\text{ecuación 1})$$

El ofrecimiento de alimento balanceado se realizó basado en las recomendaciones para las gallinas Tetra Brown y Tetra Harco de la casa comercial Tetra (Bábolna TETRA, 2020), y el porcentaje de producción, el peso del huevo y el rechazo de alimento en los comederos, registrado en el sistema de producción de forma semanal.

El pesaje de los huevos se efectuó una vez a la semana, con una muestra aleatoria de treinta huevos recién recolectados por lote, con una balanza analítica con  $\pm 0,01$ g de precisión. A partir del peso promedio de huevo de cada lote y del número de huevos, durante la semana treinta hasta la setenta de edad del ave, se calculó el porcentaje de producción diaria y producción semanal (ecuación 2), la cantidad de huevos por ave alojada (ecuación 3), la masa de huevo (ecuación 4), la conversión alimenticia total y la conversión alimenticia real.

$$\text{Producción diaria (\%)} = \frac{\# \text{ de huevos recolectados}}{\text{gallina día}} * 100 \quad (\text{ecuación 2})$$

$$\text{Huevos por ave alojada} = \frac{\text{huevos totales acumulados}}{\text{gallinas alojadas (al inicio de la producción)}} \quad (\text{ecuación 3})$$

$$\text{Masa de huevo} = \frac{\% \text{ producción diaria por ave día}}{100} * \text{peso de huevo(g)} \quad (\text{ecuación 4})$$

Se calculó la conversión alimenticia total semanal y la conversión alimenticia real en el periodo que comprendió la semana veintiocho hasta la setenta, para lo cual se utilizó el alimento ofrecido y el alimento consumido real, el cual correspondió al alimento ofrecido menos el alimento consumido. La diferencia entre ambos correspondió al porcentaje de desperdicio de alimento. Para el cálculo de la conversión alimenticia real (ecuación 5) se contempló las aves muertas hasta el momento y el consumo real diario, mientras que la conversión alimenticia total semanal (ecuación 6) no tomó en cuenta las aves muertas o descartadas y se utilizó la cantidad de quintales (46 kg) de alimento balanceado semanales ofrecidos sin considerar el desperdicio de alimento.

$$\text{Conversión Alimenticia Real} = \frac{\text{consumo alimento real/ave/día} * \text{saldo de aves}}{\text{peso de huevo} * \text{saldo de aves}} \quad (\text{ecuación 5})$$

$$\text{Conversión Alimenticia semanal} = \frac{\text{quintales alimento ofrecido semanal} * 46}{\text{huevo total semana} * (\text{peso huevo}/1000)} \quad (\text{ecuación 6})$$

### Evaluación del comportamiento

Por medio de observación directa se evaluó el comportamiento de las aves en las áreas de pastoreo, durante ocho semanas a partir de la semana 35 de edad, con un período de observación total de 60 min. Estas se realizaron en los tres parques disponibles para cada lote de aves, una vez por semana entre las 9 y 10 de la mañana.

Se observaron los comportamientos de rascar/escarbar (movimiento con las patas y garras en hojas y en el suelo), picotear (movimientos directos con el pico a diferentes objetos), baños de tierra, estirar las alas, pastorear (ingerir materia verde y/o insectos), caminar, lamer hojas, correr, picaje [comportamiento de picotear las plumas de otra ave (Fijn et al., 2020)] y canibalismo. En el caso de estos dos últimos comportamientos, la combinación de ambos se asoció a la agresividad del ave. Además, se prestó atención a la presentación de nuevos comportamientos, que el acceso a pastoreo pudiera estimular en las aves; para tal fin, se registró la cantidad de veces que las gallinas realizaban cada comportamiento y se obtuvo el porcentaje de cada uno al dividir cada comportamiento realizado entre el total de todas las observaciones registradas. La escala de calificación utilizada fue la siguiente: completo o relativamente alto= todas las aves lo realizaron; moderado= 50 a 80 % de las aves lo realizaron; relativamente bajo= menos del 50 % lo realizaron; ninguno o incompleto= no se observaron.

### Manejo de pasturas

Se describió el período de ocupación y recuperación de los parques y el uso de las áreas de pastoreo por las gallinas, para lo cual se observó el comportamiento de acceso y permanencia de las gallinas en los parques. Se realizaron pruebas de disponibilidad de forraje en todas las áreas de pastoreo, antes del pastoreo de las aves con un marco cuadrado de 0,25 cm<sup>2</sup>. La materia verde recolectada se pesó y se estimó la cantidad de pastura disponible por hectárea. Con estas mismas muestras, se obtuvo la relación hoja-tallo y la proporción de materiales senescentes en el forraje.

### Análisis de la información

La información productiva generada en este trabajo, se analizó mediante estadística descriptiva en función de la edad de postura de cada lote y para cada indicador productivo. Además, se comparó con los estándares recomendados para las gallinas de la línea genética Isa Brown (ISA-Brown, 2020) y con datos productivos informados por Bábolna TETRA (2020), Calik (2014), Dominant CZ (2020), Silversides et al. (2007) y Singh et al. (2009) para la raza RIR y el cruce SLN.

## Resultados

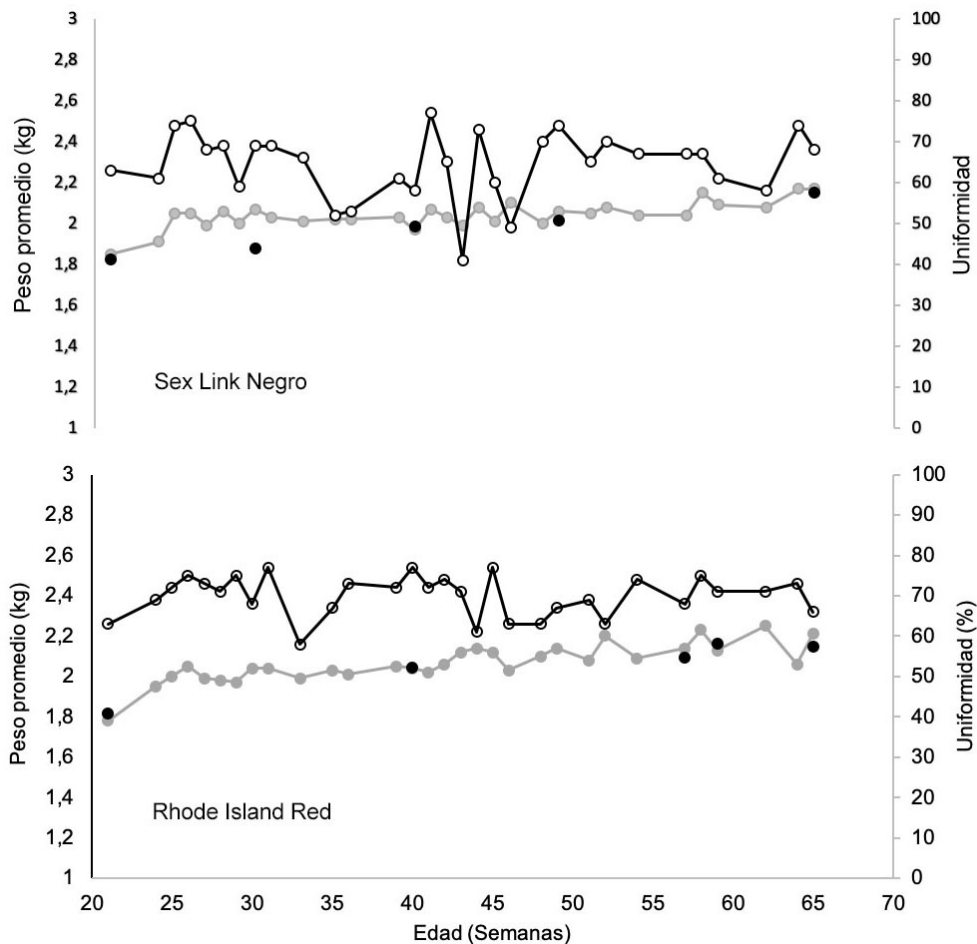
### Condiciones ambientales

La temperatura (Ta) promedio durante el período de evaluación fue de 23,7 °C, con una máxima de 32,2 °C y mínima de 16 °C, registrada durante la madrugada. La HR promedio fue de 76,1 %, la mínima de 57,2 % y la máxima de 100 %, donde los indicadores evaluados superaron en todos los días de evaluación los 25 °C y el 75

% de HR. El comportamiento de jadeo, como proceso de termorregulación de las aves, se observó en 30 % de las gallinas en cada grupo de aves durante los días de evaluación.

### Peso vivo y uniformidad

Las gallinas de ambos grupos mantuvieron un peso vivo promedio semanal de 2,0 kg a partir de la semana 25 de edad hasta el final del periodo de evaluación. El porcentaje de uniformidad en el peso corporal no alcanzó el 80 % durante todo el período de estudio (Figura 1). En ambos grupos de aves se registraron porcentajes de uniformidad y pesos corporales más bajos en las semanas 27 y 59 de edad. De la semana 22 a la 26 de edad, se observó una ganancia de peso acumulada de 200 g en el peso corporal en los dos grupos de aves.



**Figura 1.** Peso corporal promedio (kg) y porcentaje de uniformidad de gallinas Sex Link Black y Rhode Island Red, en un sistema de producción en piso con acceso a pastoreo. Cartago, Costa Rica. 2018.

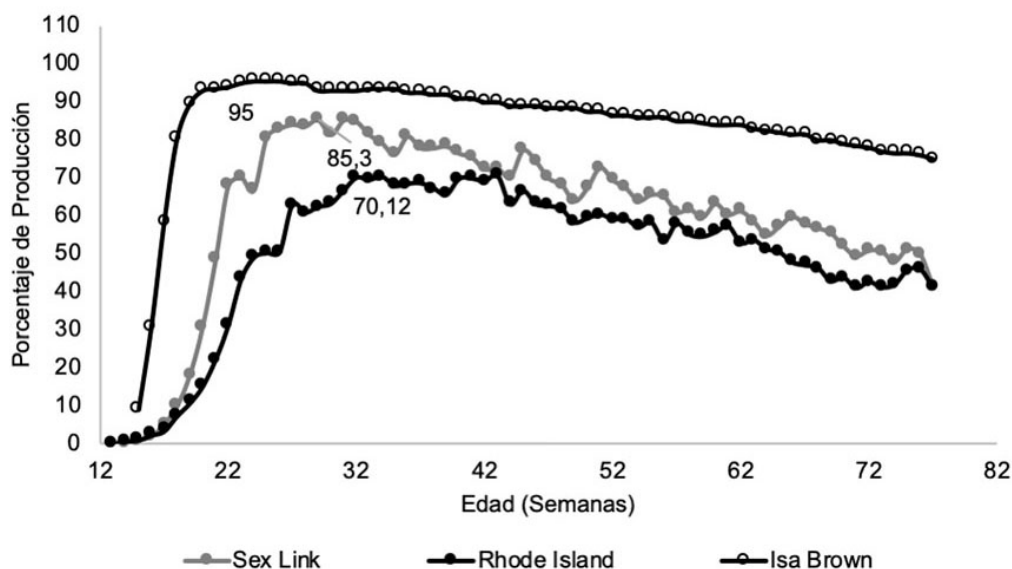
(—○— peso promedio (kg), • peso reportado para la raza o cruce (kg) —○— porcentaje de uniformidad (%).

**Figure 1.** Average body weight (kg) and weight uniformity percentage of Sex Link Black and Rhode Island Red hens in a floor production system with access to grazing. Cartago, Costa Rica. 2018.

(—○— body weight (kg), • weight reported for the breed or cross (kg) —○— percentage of uniformity (%).

### Producción semanal de huevo y huevo por ave alojada (HAA)

Los dos grupos de aves iniciaron su postura entre las semanas 17 y 18 de edad. Las gallinas SLN alcanzaron el pico de postura en la semana 29 con 85,2 % de producción y las RIR en la semana 33 de edad con 70,12 % (Figura 2). La producción de huevo para ambos grupos de aves al compararlo con el estándar para la línea genética Isa Brown fue menor entre nueve y 25 huevos por cada 100 producidos (Figura 2). No se observó buena persistencia en la postura en ningún grupo. La cantidad de huevos producidos por ave alojada estuvo por debajo de lo esperado al compararlo con el estándar de la línea genética Isa Brown, y fue mayor para las gallinas SLN que para las RIR durante todo el período de postura (Cuadro 1).



**Figura 2.** Porcentaje de producción de huevos (semanas) de gallinas Sex Link Negro y Rhode Island Red, en un sistema de producción con acceso a pastoreo y el estándar recomendado para las gallinas de la línea genética Isa Brown (ISA-Brown, 2020). Cartago, Costa Rica. 2018.

**Figure 2.** Egg production percentage (weeks) of Sex Link Black and Rhode Island Red hens in a floor production system with access to grazing and egg production standard of the Isa Brown genetic line (ISA-Brown, 2020). Cartago, Costa Rica. 2018.

**Cuadro 1.** Producción de huevos por ave alojada (HAA) en gallinas Sex Link Negro (SLN) y Rhode Island Red (RIR), en un sistema de producción en piso con acceso a pastoreo y el estándar recomendado para las gallinas de la línea genética Isa Brown (ISA-Brown, 2020). Cartago, Costa Rica. 2018.

**Table 1.** Hen housed egg (HAA) production in Sex Link Black (SLB) and Rhode Island Red (RIR) hens in a floor production system with access to grazing and the recommended standard of the Isa Brown genetic line (ISA-Brown, 2020). Cartago, Costa Rica. 2018.

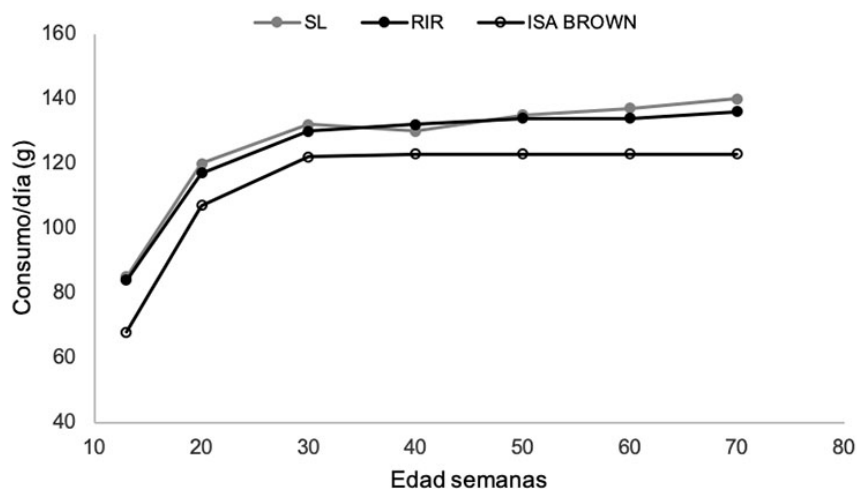
Raza	Edad del ave (Semanas)					
	30	40	50	60	70	80
Rhode Island Red	37,21	83,61	126,64	164,78	197,58	217,17
Sex Link Negro	56,41	110,72	158,63	201,50	239,06	260,94
Isa Brown*	66,80	131,60	194,10	253,60	309,50	361,40

\* Datos obtenidos del manual de la línea genética / \*Data obtained from a genetic line manual.

### Conversión alimenticia y consumo de alimento

Las aves RIR presentaron mayor conversión alimenticia semanal total y real que las aves SLN (Cuadro 2).

El consumo de alimento observado para ambos grupos de aves, fue mayor que el esperado para las gallinas Isa Brown (Figura 3). Fue posible observar (Cuadro 2) gran desperdicio de alimento, presente en la cama bajo los comederos, en los dos grupos de gallinas, mayor en las aves RIR conforme aumentó la edad.



**Figura 3.** Consumo de alimento balanceado real (g) de aves Sex Link Negro (SLB) y Rhode Island Red (RIR) en un sistema de producción con acceso a pastoreo y el estándar recomendado para las gallinas de la línea genética Isa Brown (ISA-Brown, 2020). Cartago, Costa Rica. 2018.

**Figure 3.** Real feed intake (g) of Sex Link Black (SLB) and Rhode Island Red (RIR) hens in a free-range housing system with access to pasture and the recommended standard for hens of the Isa Brown genetic line (ISA-Brown, 2020). Cartago, Costa Rica. 2018.

### Mortalidad y descarte

El porcentaje de mortalidad y el descarte de gallinas durante todo el período de observación fue mayor para las gallinas SLN que para las RIR (Cuadro 3). La principal causa de muerte fue picaje y canibalismo dentro de las instalaciones y descarte de gallinas pequeñas, subordinadas y maltratadas en ambos grupos. Las gallinas SLN mostraron mayor agresividad que se manifestó en comportamiento de picaje y canibalismo conforme aumentó la edad.

### Peso de huevo y masa de huevo

El peso de huevo fue mayor para las gallinas RIR que para las aves SL durante todas las semanas de observación (Cuadro 4). El peso de huevo de las gallinas RIR también fue mayor que el recomendado para la línea genética Isa Brown. La masa de huevo de ambos grupos de gallinas durante todo el período de observación, fue menor a la esperada para las gallinas Isa Brown. La masa de huevo de las aves RIR fue menor que la observada en las gallinas SLN, debido al menor porcentaje de producción de huevos puestos por estas aves.

**Cuadro 2.** Conversión alimenticia total y real semanal de aves Rhode Island Red (RIR) y Sex Link Negro (SLN) en un sistema de producción con acceso a pastoreo. Cartago, Costa Rica. 2018.

**Table 2.** Total and real feed conversion weekly of Rhode Island Red (RIR) and Sex Link Black (SLB) hens in a production system with access to grazing. Cartago, Costa Rica. 2018.

Edad en semanas	Rhode Island Red			Sex Link Negro		
	Total	Real	Diferencia	Total	Real	Diferencia
28	3,6	2,19	1,41	2,57	2,15	0,42
29	3,1	1,91	1,16	2,43	2,07	0,36
30	3,7	2,35	1,37	3,01	2,45	0,56
31	3,6	2,41	1,21	2,91	2,47	0,43
32	3,5	2,42	1,04	2,91	2,47	0,44
33	3,5	2,44	1,08	3,03	2,47	0,57
34	3,4	2,36	1,01	3,12	2,47	0,65
35	3,5	2,36	1,12	3,17	2,41	0,76
36	3,4	2,35	1,09	2,98	2,41	0,57
37	3,7	2,55	1,17	3,23	2,51	0,71
38	3,8	2,56	1,25	3,27	2,54	0,73
39	3,7	2,40	1,26	3,00	2,35	0,65
40	3,4	2,37	1,03	3,16	2,41	0,75
41	3,4	2,37	1,03	3,05	2,30	0,75
42	3,5	2,38	1,07	3,28	2,37	0,91
43	3,1	2,16	0,91	2,84	2,06	0,78
44	3,4	2,16	1,27	3,00	2,11	0,90
45	3,4	2,28	1,15	2,94	2,27	0,67
46	4,4	2,75	1,62	3,94	2,93	1,01
47	4,5	2,81	1,68	4,04	2,82	1,22
48	4,8	2,94	1,83	4,31	2,94	1,37
49	4,7	2,72	1,95	4,42	2,83	1,60
50	4,7	2,81	1,93	4,21	2,83	1,38
51	4,5	2,74	1,81	3,97	2,89	1,09
52	4,7	2,79	1,93	4,18	2,90	1,28
53	4,8	2,81	1,94	4,36	2,94	1,43
54	4,9	2,81	2,12	4,55	2,91	1,64
55	4,7	2,73	1,96	4,31	2,83	1,49
56	5,3	2,82	2,46	4,29	2,79	1,50
57	4,8	2,78	2,02	4,70	2,87	1,84
58	5,0	2,78	2,27	4,69	2,89	1,80
59	5,0	2,75	2,29	4,80	2,86	1,94
60	4,9	2,73	2,18	4,53	2,86	1,67
61	4,8	2,76	2,07	4,64	2,80	1,84
62	5,1	2,70	2,41	4,60	2,81	1,79
63	4,9	2,63	2,28	4,71	2,75	1,96
64	5,4	2,75	2,62	5,13	2,81	2,32
65	5,4	2,71	2,66	4,88	2,79	2,09
66	5,7	2,72	2,97	4,71	2,81	1,90
67	5,6	2,65	2,98	4,75	2,75	2,00
68	5,8	2,68	3,10	4,99	2,83	2,16
69	6,3	2,69	3,57	5,15	2,86	2,30
70	5,9	2,60	3,34	5,45	2,83	2,62

**Cuadro 3.** Porcentaje de mortalidad acumulada de las aves Sex Link Negro (SLN) y Rhode Island Red (RIR) en un sistema de producción con acceso a pastoreo. Cartago, Costa Rica. 2018.

**Table 3.** Percentage of accumulated mortality of Sex Link Black (SLB) and Rhode Island Red (RIR) hens in a production system with access to grazing. Cartago, Costa Rica. 2018.

Raza	Mortalidad acumulada (%) (Semanas)					
	30	40	50	60	70	80
RIR	1,7	3,4	4,5	4,5	6,9	6,9
SLN	1,9	2,9	4,9	5,9	7,9	10

**Cuadro 4.** Peso de huevo, porcentaje de producción de huevos (semanas) y masa de huevo de las aves Sex Link Negro (SLN) y Rhode Island Red (RIR), en un sistema de producción con acceso a pastoreo y el estándar recomendado para las gallinas de la línea genética Isa Brown (ISA-Brown, 2020). Cartago, Costa Rica. 2018

**Table 4.** Egg weight (g), percentage of egg production (weeks), and egg mass of Sex Link Black (SLB) and Rhode Island Red (RIR) hens in a production system with access to pasture and the recommended standard for hens of the Isa Brown genetic line (ISA-Brown, 2020). Cartago, Costa Rica. 2018.

Edad (semanas)	Sex Link Negro			Rhode Island Red			
	Peso huevo (g)	Producción (%)	Masa de huevo (g)	Peso huevo (g)	Producción (%)	Masa de huevo (g)	Estándar masa de huevo Isa Brown (g)
30	59,9±3,6	81,3±6,0	48,7	61,7±3,8	63,1±5,9	38,9	58,7
40	60,1±10,8	76,4±6,1	45,9	61,8±3,7	69,6±6,1	43,02	58,9
50	62,6±4,5	67,3±6,2	42,1	62,6±5,8	59,3±6,0	37,12	57,5
60	62,6±5,1	63,1±7,2	39,5	64,4±6,2	55,6±6,3	35,8	55,2
70	64,6±4,9	51,9±6,5	33,6	69,1±4,5	43,8±7,0	30,33	52,2

### Comportamiento de las aves

De los nueve comportamientos naturales evaluados en las aves en las áreas de pastoreo, los más frecuentes en ambos grupos observados fueron picotear, rascar y escarbar (Cuadro 5). El picaje y el canibalismo fue bajo en los parques, no así a nivel de área total (galera+parque), donde se presentaron aves con lesiones a nivel de cabeza y cola. Se estimó que 85 % de las aves SLN y RIR salían a pastorear (Figura 4), mientras que el resto, en su mayoría aves subordinadas, permaneció dentro de las instalaciones o en los nidos, lo que les permitió comer y beber en ausencia de las aves dominantes. Dependiendo de las condiciones climáticas (lluvia, truenos o nublado) y la presencia de depredadores, la proporción de aves fuera se invirtió y la mayoría de las gallinas permaneció dentro de las instalaciones.

El acceso al exterior no requirió entrenamiento, pero durante las primeras cuatro semanas se necesitó personal para guardar las aves dentro de las instalaciones con estímulo por alimento. Se observó que las aves SLN, al tener el plumaje de color negro, preferían salir a los parques en las horas más frescas del día o cuando el día estuviese nublado para no tener contacto directo con el sol. Alrededor de 40 % permanecieron cerca de las instalaciones o en las puertas o salidas a los parques la mayor parte del tiempo.

En ambos grupos de aves se observó mala condición del plumaje con pérdida de plumas en el lomo y alrededor de la cola (Figura 4 A y B).

**Cuadro 5.** Comportamientos naturales de las aves Sex Link Negro (SLN) y Rhode Island Red (RIR) observados durante los periodos de acceso a pastoreo. Cartago, Costa Rica. 2018.

**Table 5.** Natural behaviors of Sex Link Black (SLB) and Rhode Island Red (RIR) hens observed during grazing access periods. Cartago, Costa Rica. 2018.

Comportamiento	Nivel de expresión
Rascar/escarbar	++++
Picotear	++++
Baños de tierra	+++
Estirar las alas	+++
Pastorear	+++
Caminar	+++
Lamer hojas	++
Correr	++
Picaje y canibalismo (agresividad)	+

+ = ninguno o incompleto, ++ = relativamente bajo, +++ = moderado, ++++ = completo o relativamente alto. / + = none or incomplete, ++ = relatively low, +++ = moderate, ++++ = complete or relatively high.



**Figura 4.** Distribución de gallinas Sex Link Negro (A) y Rhode Island Red (B), en las áreas de pasturas durante los periodos de acceso a pastoreo. Cartago, Costa Rica. 2018.

**Figure 4.** Hens distribution in the forage areas of Sex Link Black (A) and Rhode Island Red (B) hens during grazing access periods. Cartago, Costa Rica, 2018.

## Manejo de pasturas

Las pruebas de disponibilidad de forraje se realizaron en los parques antes que las aves entraran a pastorear (Cuadro 6); sin embargo, las gallinas no consumieron gran cantidad de pasto, por la preferencia de los rebrotes, las hojas (el tallo no fue palatable) y por un consumo de alimento balanceado corregido por la producción y al peso del ave (Figura 5).

**Cuadro 6.** Disponibilidad de pasto Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*) en los parques (área cubierta de forraje que rodea la galera), antes de que las gallinas pastorearan. Cartago, Costa Rica. 2018.

**Table 6.** Availability of African tar grass (*Cynodon nlemfuensis*) in the parks (covered area of fodder surrounding the galley) before hens grazing time. Cartago, Costa Rica. 2018.

Parque	kg MF m <sup>-2</sup>		kg MF ha <sup>-1</sup>		kg MS m <sup>-2</sup>		kg MS ha <sup>-1</sup>	
	SLN	RIR	SLN	RIR	SLN	RIR	SLN	RIR
1	0,646	0,282	6466	2826	0,16	0,07	1616	706
2	0,503	0,346	5033	3460	0,13	0,09	1258	865
3	0,360	0,409	3600	4093	0,09	0,10	900	1023
Promedio por lote	0,503	0,345	5033	3460	0,13	0,09	1258	865

SLN: Sex Link Negro, RIR: Rhode Island Red, MF: materia fresca, MS: materia seca / SLB: Sex Link Black, RIR: Rhode Island Red, MF: fresh matter, MS: dry matter.



**Figura 5.** Consumo de las hojas del pasto Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*) por gallinas Rhode Island Red en un sistema de producción con acceso a pastoreo. Pre (A) y post (B) pastoreo. Cartago, Costa Rica. 2018.

**Figure 5.** Leaf intake of the African star grass (*Cynodon nlemfuensis*) by Rhodelsland Red hens in a production system with access to grazing. Pre (A) and post (B) grazing. Cartago, Costa Rica. 2018.

Se obtuvieron disponibilidades de forraje promedio del pasto Estrella Africana de 5033 y 3460 kg MF ha<sup>-1</sup> para los parques de las aves SLN y RIR, respectivamente. Se obtuvo una relación hoja/tallo > 1, lo que reflejó una mayor preferencia por las hojas de las gallinas al pastorear. La menor relación tallo/hoja fue de 1,0 en los parques de gallinas SLN y la mayor de 1,7 en los parques de las gallinas RIR. El material senescente no se cuantificó en ninguna muestra, debido a la baja rotación (15 días) que se realizó en los parques.

## Discusión

La zona de Turrialba presenta influencia climática del Mar Caribe y se caracteriza por altas temperaturas ambientales, altas humedades relativas y la presencia de lluvias intermitentes a lo largo del año. Estas condiciones tuvieron efecto sobre los rendimientos productivos de los dos grupos de aves, debido al estrés por calor. Temperaturas ambientales superiores a la zona termoneutral (18 a 25 °C), disminuyen la eficiencia de los mecanismos de la pérdida de calor corporal sensible. A temperaturas más altas de la zona termoneutral, el ave gasta su energía en mantener la temperatura corporal normal y en sus actividades metabólicas, desviando la energía del crecimiento y de la producción de huevo, lo que resulta en una pérdida de rendimiento productivo (Stadig et al., 2017). Cuando el aire está húmedo, este no puede absorber agua proveniente del tracto respiratorio del ave y las gallinas responden con jadeo rápido como el observado en ambos grupos de aves en este estudio. El jadeo elimina el calor corporal, sin embargo, cuando la temperatura y la humedad relativa ambientales son altas y permanentes, este mecanismo es ineficiente (Lara & Rostagno, 2013).

La raza y cruce no especializados (Hayat et al., 2014), las condiciones sub-óptimas de crianza a las que fueron sometidas las aves (Hy-line, 2020), el tipo de sistema alternativo (Miao et al., 2005; Sosnowka-Czajka et al., 2010), las altas temperaturas y las humedades relativas del ambiente (Hy-line, 2018), influyeron en los rendimientos productivos obtenidos por las aves evaluadas. El peso corporal de ambos grupos de aves mostró promedios similares a los reportados por Calik (2014), Dominant CZ (2020), Silversides et al. (2007) y Singh et al. (2009). La variación en el peso vivo a lo largo del ciclo productivo no sobrepasó los 100g, con pequeñas variaciones de una semana a otra, debido a que no se pesaron las mismas aves durante cada muestreo. Sin embargo, el porcentaje de uniformidad fue variable durante todo el ciclo productivo, debido a que las aves no tuvieron una crianza adecuada y no fue posible llenar los requerimientos nutricionales de todas las aves en las diferentes etapas de crecimiento y producción. Un estado corporal y uniformidad adecuados a lo largo del período de crianza, influyen de manera determinante en los resultados productivos y económicos de las aves (Frikha et al., 2009). En la fase de producción de huevo se espera que las aves no se observen uniformes por el efecto hormonal normal del período de postura (Hy-line, 2018).

Los pesos y uniformidades menores en la semana 27 se asociaron con un evento de cama húmeda registrado, debido al mal funcionamiento de un bebedero y que generó fuertes olores por altos niveles de amoníaco. En la semana 59 de edad de las aves se registraron altas temperaturas ambientales y humedades relativas, 30°C y 100 %, respectivamente. Estas condiciones generaron estrés calórico en las aves, se redujo el consumo de alimento balanceado y se exacerbó el comportamiento de picaje y canibalismo (Shimmura et al., 2008). La baja persistencia de la postura, bajos porcentajes de producción diaria y huevos por ave alojada (Calik, 2014; Dominant CZ, 2015; Silversides et al., 2007; Singh et al., 2009) menores a los esperados. Las razas de gallinas Rhode Island Red y el cruce Sex Link Negro, se asociaron a un manejo inadecuado durante la crianza, por la gran variabilidad en los pesos corporales y en el porcentaje de uniformidad al alcanzar la madurez sexual. El efecto del sistema de crianza puede provocar un desarrollo sub-óptimo del sistema inmune, digestivo, muscular, óseo y reproductivo de las aves (Hy-line, 2020). Esto hace que un grupo de gallinas empiece la postura antes o después de la edad esperada, lo que provoca variaciones en la producción de huevo (Hudson et al., 2001). Situación que se prolonga en el período de transición a la postura y puede resultar en un pico de postura bajo y mala persistencia de producción (Hy-line, 2020). En este trabajo el pico de producción se alcanzó a edades mayores, debido a la baja uniformidad de la parvada (Hudson et al., 2001).

Las razas de gallinas Rhode Island Red y el cruce Sex Link Negro, mostraron altos consumos y desperdicio de alimento. El tipo de alojamiento, la raza, cruce o línea genética, la temperatura ambiental, el contenido de energía de la dieta, la calidad del despique, el manejo y el tipo de comedero afectan el consumo de alimento (Bell & Weaver, 2002). De acuerdo a lo observado en este trabajo, el alto de consumo de alimento se puede relacionar

con un recorte de pico poco uniforme (Weeks et al., 2016), a la genética (Bell & Weaver, 2002) y al sistema de alojamiento en piso con acceso a pastoreo (Chielo et al., 2016; Luiting, 1990; Miao et al., 2005). El consumo de alimento balanceado es mayor en sistemas en piso (Appleby et al., 2004) al contemplar un gasto de nutrimentos en el desplazamiento de las aves. Además, los sistemas con acceso a pastoreo promueven una mayor actividad en las aves, lo que se asocia a un mayor consumo de alimento (Chielo et al., 2016; Luiting, 1990; Miao et al., 2005).

La conversión alimenticia real para ambos grupos de gallinas fue mayor que el esperado para las gallinas Isa Brown (ISA Brown, 2020) y más alta que la descrita por Calik (2014) para gallinas RIR. La conversión real fue menor a la encontrada por Singh et al. (2009) a las 30 y 40 semanas para gallinas SLN y mayor a las 50 semanas de edad.

Las altas conversiones alimenticias observadas estuvieron relacionadas con los consumos de alimento, el desperdicio del mismo y con los porcentajes de postura más bajos de los esperados (Calik, 2014; Dominant CZ, 2015; Silversides et al., 2007; Singh et al., 2009). El peso del huevo se pudo ver afectado por la dieta ofrecida (Bell & Weaver, 2002), ya que para edades avanzadas se ofreció mayor energía y proteína total de la requerida. Las aves RIR presentaron mayor masa de huevo que las SLN, aún cuando estas últimas tuvieron mejor producción semanal. La genética también está relacionada con la producción diaria, el tamaño de huevo y, por lo tanto, con la masa de huevo (Luiting, 1990; Schulman et al., 1994).

La mortalidad por picaje y canibalismo observada dentro de las instalaciones, se puede relacionar con la pobre condición de las plumas (Hegelund et al., 2006) en ambos grupos de gallinas, producto de una deficiencia de nutrimentos, daños físicos por las instalaciones y picoteo de plumas entre aves. El recorte de pico inadecuado y el tipo de alojamiento también pudieron provocar el comportamiento de picaje observado en este trabajo (Aerni et al., 2005; Appleby et al., 2004; Hegelund et al., 2006; Sosnówka-Czajka et al., 2010). El tamaño de grupo puede afectar la aparición del canibalismo y el picaje (Sosnówka-Czajka et al., 2010). En grupos sociales pequeños y estables como los de esta investigación, el comportamiento de agresión fue bajo, pero no nulo, debido a que los animales dominantes inhibieron a los subordinados (Appleby et al., 2004), los cuales mueren por lesiones mecánicas, picaje y degeneración hepática (Calik, 2014). El comportamiento de picaje depende en mayor proporción del tipo de alojamiento (Klein et al., 2000), pero la genética de las aves también influye en la expresión de este comportamiento, las líneas genéticas muestran un temperamento más tranquilo que las razas. Los sistemas orgánicos, climas muy calientes, ventosos o lluviosos, llevan a las aves a desarrollar el picaje como respuesta ante el estrés que les genera y reducir el impacto de estas condiciones (Hegelund et al., 2006).

El material cosechado por las gallinas en los parques (área cubierta de forraje) constituyó un componente extra de la dieta basada en alimento balanceado. Esto permitió que las aves no desarrollaran un comportamiento voraz con la pastura, como ocurre en sistemas donde se sustituyen porcentajes de alimento balanceado por forraje (Lorenz et al., 2013). Es importante considerar que, la información de la cantidad y el valor nutritivo del pasto, hierbas, piedras, insectos, gusanos que las aves ingieren en las áreas de pastoreo, es aún limitada (Walker & Gordon, 2003).

A pesar que la pastura presentó una óptima recuperación en 2/3 de las áreas de pastoreo, las gallinas destruyeron 1/3 de los parques, eliminando parte de los rebrotes y raíces de la pastura, en todos los parques de los dos grupos de aves. Las causas fueron la permanencia de las gallinas en las puertas o salidas a los parques, la ausencia de estructuras que desviarán el agua de lluvia, ausencia de drenajes, el comportamiento propio de rascar y el constante pisoteo de las aves en las salidas hacia los parques. Esta condición permitió el estancamiento del agua de lluvia afectando la recuperación de las pasturas. La permanencia de las aves en las salidas a los parques también fue descrito por Chielo et al. (2016), quienes observaron un promedio de 12,5 % de las aves pastoreando, la mayoría en las zonas próximas a las instalaciones. El número de aves que usan las áreas de pastoreo, depende del tamaño de la parvada (Sosnówka-Czajka et al., 2010). En grupos de aves de quinientas gallinas, Zeltner & Hirt (2003) observaron el mismo comportamiento al determinado en este estudio.

La permanencia de las gallinas en los alrededores de las puertas o dentro de la galera, en este trabajo, está más relacionada a lo observado por Gebhardt-Henrich et al. (2014) y Harlander-Matauschek et al. (2006), quienes indicaron que el bajo porcentaje de aves afuera se puede deber a miedo a los depredadores, presencia de aves extrañas, preferencia por comer en la galera, condiciones climáticas o áreas no atractivas producto de la misma destrucción de los parques. Proveer refugios en las áreas de pastoreo, incluyendo árboles, puede incentivar a las aves a salir de la galera (Stadig et al., 2017). Colocar materiales como piedras o pisos con rejillas a las salidas hacia los parques puede mejorar las condiciones de las pasturas (Harlander-Matauschek et al., 2006). El acceso a pastoreo brindó más espacio por ave y propició que desarrollaran comportamientos naturales como rascar, correr, volar, estirar las alas y realizar baños de tierra, en cambio, no se observó comportamiento de picaje o canibalismo en las áreas de pastoreo, similar a lo observado por Chielo et al. (2016) y Shimmura et al. (2008).

Los comportamientos que más realizaron las gallinas fueron rascar, picotear el suelo y la materia verde en concordancia con lo reportado por Chielo et al. (2016), Miao et al. (2005) y Sosnówka-Czajka et al. (2010). Otros factores que pudieron afectar el comportamiento de las gallinas en las áreas de pastoreo se relacionaron con la genética (Shimmura et al., 2008), las condiciones climatológicas (Lara & Rostagno, 2013), la experiencia previa en las áreas de pastoreo durante la crianza (de-Koning et al., 2019), la intensidad lumínica en la galera y en las salidas (Miao et al., 2005) y la posible presencia de fracturas en la quilla (Riber et al., 2018).

## Conclusiones

La raza Rhode Island Red y el cruce Sex Link Negro, mostraron rendimientos productivos menores a los reportados por otros autores y a los de la línea genética Isa Brown. Se observó estrés por calor, pérdida de plumas, mayor comportamiento de agresividad (picaje y canibalismo) y desperdicio de alimento en las instalaciones.

Es importante proporcionar instalaciones que presenten condiciones que favorezcan el movimiento del aire de forma natural o asistida, para evitar el estrés por calor en los sistemas de pastoreo, proveer refugios en los parques y material que impida la destrucción del forraje en las salidas hacia las áreas de pastoreo.

El manejo y rotación de las pasturas es uno de los factores a considerar en los sistemas con acceso a pastoreo para garantizar el bienestar de las gallinas.

Los requerimientos nutricionales y dietas adecuadas deben ser más estudiadas en sistemas con acceso a pastoreo, para mejorar los rendimientos productivos y la calidad de las plumas en gallinas Rhode Island Red y el cruce Sex Link Negro.

## Agradecimiento

Se agradece el apoyo brindado por la Sede del Atlántico y la Estación Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica durante la ejecución de este proyecto, a los señores Roberto Ugalde y Oscar Garita funcionarios del proyecto de investigación VI-510-A7-805 Módulo Lechero y al señor Juan Solano del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

## Referencias

- Aerni, V., Brinkhof, M. W. G., Wechsler, B., Oester, H., & Fröhlich, E. (2005). Productivity and mortality of laying hens in aviaries: A systematic review. *World's Poultry Science Journal*, *61*(1), 130–142. <https://doi.org/10.1079/WPS200450>
- Ambrosen, T., & Petersen, V. (1997). The influence of protein level in the diet on cannibalism and quality of plumage of layers. *Poultry Science*, *76*(4), 559–563. <https://doi.org/10.1093/ps/76.4.559>
- Appleby, M. C., Mench, J. A., & Hughes, B. O. (2004). *Poultry behaviour and welfare*. CAB International Publishing.
- Bábolna TETRA. (2020, March 30). *Tetra. Selected for quality*. <https://www.babolnatetra.com/en/home/>
- Bell, D. D., & Weaver, W. D. (2002). *Commercial chicken meat and egg production* (5<sup>th</sup> Ed.) Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0811-3>
- Calik, J. (2014). Effect of length of productive life of Rhode Island Red (R-11) hens on their performance and egg quality. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*, *13*(1), 39–50.
- Chielo, L. I., Pike, T., & Cooper, J. (2016). Ranging behaviour of commercial free-range laying hens. *Animals*, *6*(5), 6050028. <https://doi.org/10.3390/ani6050028>
- de-Koning, C., Kitessa, S.M., Barekatin, R., & Drake, K. (2019). Determination of range enrichment for improved hen welfare on commercial fixed-range free-range layer farms. *Animal Production Science*, *59*(7), 1336–1348. <https://doi.org/10.1071/AN17757>
- Dominant CZ. (2020, March 30). *Dominant egro D 109*. <https://old.dominant-cz.cz/produkt/dominant-negro-d-109/?lang=es>
- Fijn, L., van der Staay, F. J., Goerlich-Jansson, V. C., & Arndt, S. S. (2020). Importance of basic research on the causes of feather pecking in relation to welfare. *Animals*, *10*(2), Article 213. <https://doi.org/10.3390/ani10020213>
- Food and Agriculture Organization, & Agriculture and Consumer Protection Department. (2013). *Poultry development review*. <http://www.fao.org/3/i3531e/i3531e.pdf>
- Frikha, M., Safaa, H. M., Serrano, M. P., Arbe, X., & Mateos, G. G. (2009). Influence of the main cereal and feed form of the diet on performance and digestive tract traits of brown-egg laying pullets. *Poultry Science*, *88*(5), 994–1002. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00480>
- Gebhardt-Henrich, S. G., Toscano, M. J., & Fröhlich, E. K. F. (2014). Use of outdoor ranges by laying hens in different sized flocks. *Applied Animal Behaviour Science*, *155*, 74–81. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.03.010>
- Harlander-Matauschek, A., Felsenstein, K., Niebuhr, K., & Troxler, J. (2006). Influence of pop hole dimensions on the number of laying hens outside on the range. *British Poultry Science*, *47*(2), 131–134. <https://doi.org/10.1080/00071660600610591>
- Hayat, A., Basheer, A., Zahoor, I., & Mahmud, A. (2014). Free-range rearing system and its impact on production and consumption of poultry: A review. *Science International (Lahore)*, *26*(3), 1297-1300.
- Hegelund, L., Sørensen, J. T., & Hermansen, J. E. (2006). Welfare and productivity of laying hens in commercial organic egg production systems in Denmark. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, *54*(2), 147–155. [https://doi.org/10.1016/S1573-5214\(06\)80018-7](https://doi.org/10.1016/S1573-5214(06)80018-7)
- Hendrix Genetics Corporate-Laying Hen Breeding. (2020, March 30). *Laying hen breeding*. <https://www.hendrix-genetics.com/en/animalbreeding/laying-hen-breeding/>

- Hudson, B. P., Lien, R. J., & Hess, J. B. (2001). Effects of body weight uniformity and pre-peak feeding programs on broiler breeder hen performance. *Journal of Applied Poultry Research*, 10(1), 24–32. <https://doi.org/10.1093/japr/10.1.24>
- Hy-line. (2018, 12 de abril) *Entendiendo el estrés calórico en las gallinas ponedoras: Consejos de Manejo para Mejorar el Rendimiento del Lote en Climas Cálido*. [http://www.hyline.com/userdocs/pages/TU\\_HEAT\\_SPN.pdf](http://www.hyline.com/userdocs/pages/TU_HEAT_SPN.pdf)
- Hy-line. (2020, April 12). *Page, chickens, genetics, poultry, eggs, diseases, technology, breeds, farming, egg production*. <https://www.hyline.com/technical-resources>
- Industria Avícola (2020, 28 de marzo). *Baja producción de pollo en Latinoamérica, sube la de huevo*. <https://www.industriaavicola-digital.com/industriaavicola/201904/MobilePagedReplica.action?pm=2&folio=4#pg6>
- ISA Brown. (2020, March 30). *ISA Brown, Technical support*. <https://layinghens.hendrix-genetics.com/en/technical-support/>
- Klein, T., Zeltner, E., & Huber-Eicher, B. (2000). Are genetic differences in foraging behaviour of laying hen chicks paralleled by hybrid-specific differences in feather pecking? *Applied Animal Behaviour Science*, 70(2), 143–155. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00147-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00147-7)
- Lara, L. J., & Rostagno, M. H. (2013). Impact of heat stress on poultry production. *Animals*, 3(2), 356–369. <https://doi.org/10.3390/ani3020356>
- Leenstra, F., Napel, J. T., Visscher, J., & Sambeek, F. V. (2016). Layer breeding programmes in changing production environments: A historic perspective. *World's Poultry Science Journal*, 72(1), 21–36. <https://doi.org/10.1017/S0043933915002743>
- Lorenz, C., Kany, T., & Grashorn, M. (2013). Method to estimate feed intake from pasture in broilers and laying hens. *Archiv Für Geflügelkunde*, 77, 160–165.
- Luiting, P. (1990). Genetic variation of energy partitioning in laying hens: Causes of variation in residual feed consumption. *World's Poultry Science Journal*, 46(2), 133–152. <https://doi.org/10.1079/WPS19900017>
- Miao, Z. H., Glatz, P. C., & Ru, Y. J. (2005). Free-range poultry production—A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 18(1), 113–132. <https://doi.org/10.5713/ajas.2005.113>
- Quesada, R. (2007, 24-25 de agosto). *Los bosques de Costa Rica*. IX Congreso Nacional de Ciencias, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. <http://www.cientec.or.cr/exploraciones/ponencias2007/RupertoQuesada.pdf>
- Riber, A. B., Casey-Trott, T. M., & Herskin, M. S. (2018). The influence of keel bone damage on welfare of laying hens. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, Article 6. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00006>
- Rodenburg, T. B., Tuytens, F. A. M., Sonck, B., de Reu, K., Herman, L. & Zoons, J. (2005) Welfare, health and hygiene of laying hens housed in furnished cages and in alternativa housing systems. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 8(3), 211–226. [https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0803\\_](https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0803_)
- Schulman, N., Tuiskula-Haavisto, M., Siitonen, L., & Mäntysaari, E. A. (1994). Genetic variation of residual feed consumption in a selected finish egg-layer population. *Poultry Science*, 73(10), 1479–1484. <https://doi.org/10.3382/ps.0731479>
- Sedlačková, M., Bilčík, B., & Košťál, L. (2004). Feather pecking in laying hens: environmental and endogenous factors. *Acta Veterinaria Brno*, 73(4), 521–531. <https://doi.org/10.2754/avb200473040521>
- Shimmura, T., Suzuki, T., Hirahara, S., Eguchi, Y., Uetake, K., & Tanaka, T. (2008). Pecking behaviour of laying hens in single-tiered aviaries with and without outdoor area. *British Poultry Science*, 49(4), 396–401. <https://doi.org/10.1080/00071660802262043>

- Silversides, F. G., Shaver, D. M., & Song, Y. (2007). Pure line laying chickens at the Agassiz Research Centre. *Animal Genetic Resources*, 40, 79–85. <https://doi.org/10.1017/S1014233900002224>
- Singh, R., Cheng, K. M., & Silversides, F. G. (2009). Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. *Poultry Science*, 88(2), 256–264. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00237>
- Sosnówka-Czajka, E., Herbut, E., & Skomorucha, I. (2010). Effect of different housing systems on productivity and welfare of laying hens. *Annals of Animal Science*, 10(4), 349–360.
- Stadig, L. M., Rodenburg, T. B., Ampe, B., Reubens, B., & Tuytens, F. A. M. (2017). Effect of free-range access, shelter type and weather conditions on free-range use and welfare of slow-growing broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 192, 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.11.008>
- Thiruvankadan, A. K., Panneerselvam, S., & Prabakaran, R. (2010). Layer breeding strategies: An overview. *World's Poultry Science Journal*, 66(3), 477–502. <https://doi.org/10.1017/S0043933910000553>
- Walker, A., & Gordon, S. (2003). Intake of nutrients from pasture by poultry. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(2), 253–256. <https://doi.org/10.1079/PNS2002198>
- Weeks, C., Lambton, S. & Willians, A. (2016). Implications for welfare, productivity and sustainability of the variation in reported levels of mortality for laying hen flocks kept in different housing systems: A meta-analysis of ten studies. *PLoS ONE*, 11(1), Article e0146394. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146394>
- Zeltner, E., & Hirt, H. (2003). Effect of artificial structuring on the use of laying hen runs in a free-range system. *British Poultry Science*, 44(4), 533–537. <https://doi.org/10.1080/00071660310001616264>